



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007143871/28, 26.11.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.11.2007

(45) Опубликовано: 20.02.2009 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2088952 C1, 27.08.1997. АКИМОВ
Ю.К. Сцинтилляционные методы регистрации
частиц больших энергий. - М.: Изд-во МГУ,
1963, с.87. US 3688118 A, 29.08.1972. US
4482808 A, 13.11.1984. ИВАНОВ В.И. Курс
дозиметрии. - М.: Энергоатомиздат, 1988, 399 с.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Коссе Александр Иванович (RU),
Райков Дмитрий Вячеславович (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Малиновский Георгий Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

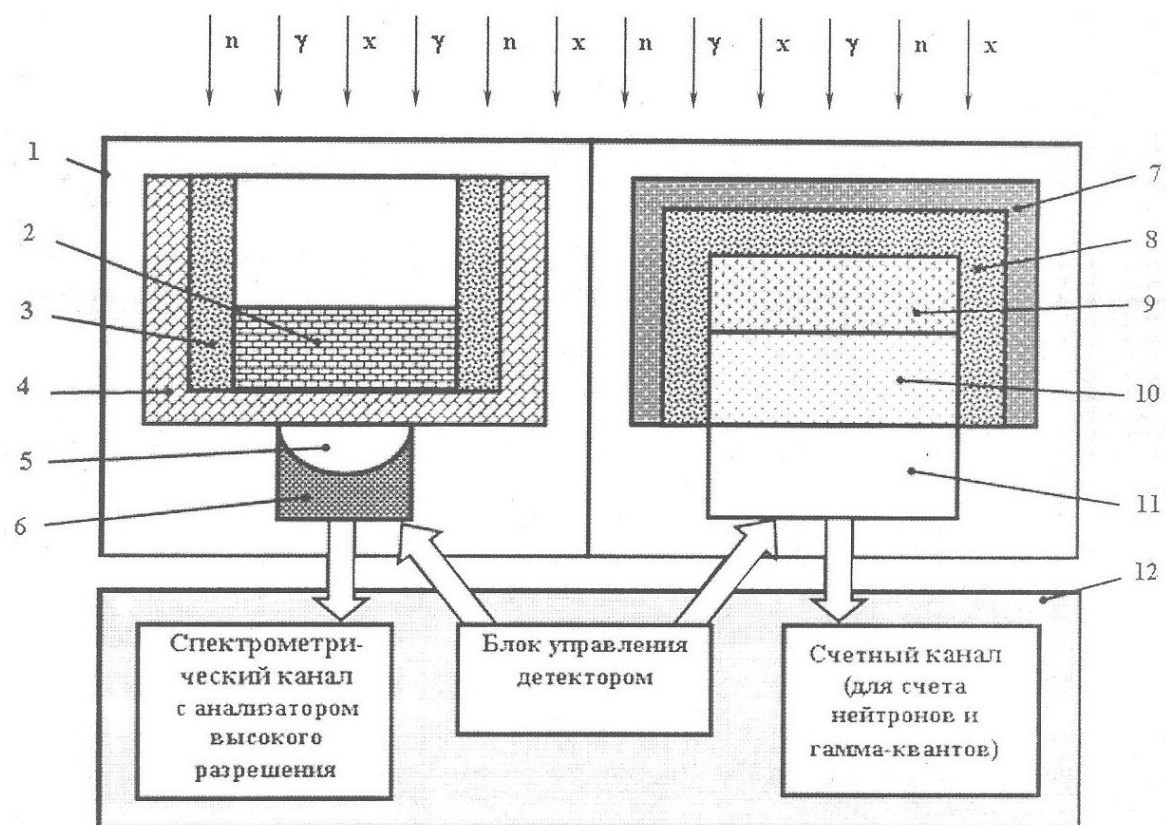
Государственное общеобразовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) ДЕТЕКТОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
приборостроения и может найти применение для
дистанционного обнаружения и контактной
идентификации радиоактивных веществ.
Технический результат - расширение
функциональных возможностей. Для достижения
данного результата детектор содержит сенсорный
датчик и блок электронной обработки сигналов.
Сенсорный датчик содержит полупроводниковый
спектрометрический блок для регистрации и
спектрометрического анализа мягкого гамма- и

рентгеновского излучения. Полупроводниковый
спектрометрический блок включает
полупроводниковый детектор на основе теллурида
кадмия и коллиматор. Сцинтилляционный блок
обнаружения и регистрации дополнительно
содержит гадолиниевый коллиматор-поглотитель
фоновых тепловых нейтронов, бериллиевый
отражатель-накопитель тепловых нейтронов,
сцинтилляционный модуль-замедлитель из
сцинтиллирующей водородсодержащей
пластмассы. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2007143871/28, 26.11.2007

(24) Effective date for property rights: 26.11.2007

(45) Date of publication: 20.02.2009 Bull. 5

Mail address:

620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19,
GOU VPO "UGTU-UI", Tsentr intellektual'noj
sobstvennosti

(72) Inventor(s):

Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Kosse Aleksandr Ivanovich (RU),
Rajkov Dmitrij Vjacheslavovich (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Ishchenko Aleksej Vladimirovich (RU),
Malinovskij Georgij Petrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Gosudarstvennoe obshcheobrazovatel'noe
uchrezhdenie vysshego professional'nogo
obrazovanija "Ural'skij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet-UI" (RU)

(54) DETECTOR FOR RECORDING OF IONISING RADIATION

(57) Abstract:

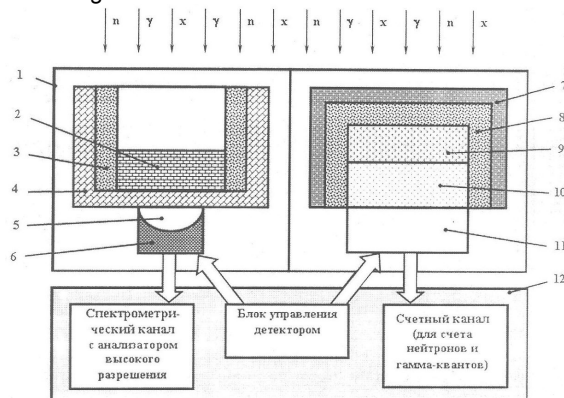
FIELD: physics; measuring.

SUBSTANCE: invention concerns to field of instrument making and application for remote detection and contact identification of radioactive substances can find. For achievement of a given result the detector contains the touch data unit and the block of electronic processing of signals. The touch data unit contains the semiconductor spectrometer block for recording and the spectrometer analysis of soft gamma and X-rays. The semiconductor spectrometer block includes the semiconductor detector on the basis of telluride of cadmium and a collimator. The scintillation block of detection and recording in addition contains a gadolinium collimator an absorbent of background thermal neutrons, a beryllium mirror-accumulator of thermal neutrons,

the scintillation module, a decelerator from a scintillating hydrogenous plastic.

EFFECT: expansion of functionality.

1 dwg



Изобретение относится к области дозиметрии ионизирующих излучений, особо к области дозиметрии нейтронов, включая нейтроны спектра деления, а также для дозиметрии и спектрометрии гамма- и рентгеновского излучений в диапазоне энергий от единиц килоэлектронвольт до $\sim 1,5$ МэВ и пригоден для использования в комплексах и системах дистанционного и контактного радиационного контроля, предназначенных для обнаружения

5 делящихся материалов (урана, плутония) и радиоактивных веществ, определения их местоположения и изотопного состава, для радиационного мониторинга территорий и объектов, для радиационного обследования ядерных субмарин, подлежащих разборке, для решения задач госатомнадзора, таможенного контроля, для служб дозиметрической и

10 ядерной безопасности атомных электростанций и предприятий по переработке ядерного топлива.

Известные детекторы ионизирующих излучений содержат, как правило, сенсорный датчик и блок электронной обработки сигналов. В качестве сенсорных датчиков используют сцинтилляторы, ионизационные счетчики или полупроводниковые детекторы.

15 Известен детектор нейтронов сцинтилляционного типа с датчиком на базе сцинтилляционных кристаллов ${}^6\text{LiI}:\text{Eu}$ (Акимов Ю.К. Сцинтилляционные методы регистрации частиц больших энергий / Ю.К.Акимов. М.: МГУ, 1963). Известный детектор чувствителен к тепловым нейтронам. Однако он непригоден для одновременной регистрации и спектрометрии гамма- и рентгеновского излучений с высоким

20 энергетическим разрешением, с его помощью нельзя идентифицировать радиоактивные вещества, включая продукты распада делящихся материалов.

Известен детектор нескольких излучений (Детектор нескольких излучений. Заявка ЕВП (ЕР) №0311503, G01T 1/00, 1/20, 1989). Он включает два сцинтилляционных датчика с зеленым и красным свечением, один из которых чувствителен к высокоэнергетическому

25 излучению, а другой - к низкоэнергетическому, и электронный оптический блок регистрации, выделяющий сигналы от датчиков с помощью светофильтров (зеленого и красного) и регистрирующий их с помощью фотодиодов. Такой детектор имеет ограниченные области применения, он пригоден для регистрации рентгеновского излучения с двумя различными энергиями, однако он не пригоден для регистрации

30 нейтронов и одновременно спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона, требующей высокого энергетического разрешения, что необходимо для идентификации продуктов распада делящихся материалов (например, америция, нептуния и др.).

Известен всеволновой детектор нейтронов (Иванов В.И. Курс дозиметрии / В.И.Иванов. М.: Энергоатомиздат, 1988, 399 с.), датчик которого состоит из ${}^3\text{He}$ -счетчиков, чувствительных к тепловым нейтронам, и замедлителя нейтронов (парафин). Однако такой

35 детектор непригоден для одновременной регистрации нейтронов и гамма-излучения, непригоден для спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона, непригоден для идентификации продуктов распада делящихся материалов

40 (например, америция, нептуния и др.).

Известен детектор (Пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А. Сухуми. Рекламный листок Сухумского физико-технического института, 1990), датчик которого представляет собой пластмассовый сцинтилляционный детектор СПС-Т4А, предназначенный для регистрации гамма-излучения и быстрых нейтронов. Детектор имеет

45 следующие характеристики: длительность сцинтимпульса, создаваемого нейтроном или гамма-квантом - 8,5 нс; световой выход УЕСВ (по ГОСТ 23077-78) при возбуждении электронами с энергией 662 кэВ - 0,29; максимум спектра люминесценции 490 нм, диаметр и высота до 50 мм. Однако такой детектор непригоден для спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона, требующей высокого энергетического

50 разрешения, непригоден для идентификации продуктов распада делящихся материалов (например, америция, нептуния и др.).

Известен детектор надтепловых нейтронов (Пат 4241253 США, G01T 3/00, 1980), который содержит датчик тепловых нейтронов, защиту от тепловых нейтронов,

окружающую этот датчик; замедлитель надтепловых нейтронов, которые проникают через защиту, с тем чтобы эти нейтроны легче поглощались счетчиком. Толщина замедлителя и отношение диаметра счетчика к внешнему диаметру замедлителя таковы, что обеспечивается максимальная скорость счета, которую можно получить, когда счетчик

полностью заполняет внутренний диаметр защиты от тепловых нейтронов. Однако известный детектор не позволяет регистрировать гамма-излучение, не позволяет обеспечить спектрометрию мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона, непригоден для идентификации продуктов распада делящихся материалов (например, америция, нептуния и др.).

Известен детектор нейтронов и гамма-лучей (Пат. 4482808 США, G01T 3/06, 1984). Детектор содержит датчик, в частности сцинтилляционный однокристалльный датчик, чувствительный одновременно к нейтронам и гамма-лучам, и блок электронной обработки сигналов, включающий в себя электронную схему селекции для разделения сигналов (импульсов), генерируемых нейтронами и гамма-лучами. Однако любой однокристалльный датчик не является оптимальным для одновременной регистрации нейтронов и гамма-лучей, поскольку не обладает достаточно высокой чувствительностью, избирательностью и необходимыми функциональными возможностями. Известный детектор непригоден для спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона, непригоден для идентификации продуктов распада делящихся материалов (например, америция, нептуния и др.).

Известен детектор мягкого гамма- и рентгеновского излучения на основе особо чистого германия (проспект фирмы Canberra. Germanium Detectors). Однако он функционирует только при температуре жидкого азота, не отвечает требованиям компактности, поскольку в состав детектора входит азотный криостат и, кроме того, он не позволяет одновременно с гамма- и рентгеновским излучением регистрировать нейтронное излучение.

Из всех известных детекторов для регистрации ионизирующих излучений наиболее близким к заявляемому является детектор, описанный в патенте (Пат. 2088952 РФ, опубл. 27.08.97, бюл. 24). Известный детектор содержит сенсорный датчик и блок электронной обработки сигналов; датчик выполнен в виде последовательно соединенных сцинтилляционного кристалла $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$, чувствительного к рентгеновскому и гамма-излучениям, и световода, выполненного из органического сцинтиллирующего вещества на основе стилибена или пластмассы $(\text{CH})_n$, чувствительного к быстрым нейтронам, фотоэлектронного умножителя, преобразующего световые вспышки (сцинтилляции) в электрические сигналы, а блок электронной обработки сигналов включает в себя схему временной селекции сцинтимпульсов, поступающих в него от сцинтиллятора $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ и сцинтиллирующего под действием быстрых нейтронов световода, изготовленного из стилибена или пластмассы $(\text{CH})_n$. Известный детектор отвечает требованиям компактности, функционирует при комнатной температуре, однако он не позволяет проводить спектрометрию гамма- и рентгеновского излучений с высоким энергетическим разрешением. Энергетическое разрешение сцинтилляционных кристаллов $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ составляет 15-20%, что совершенно недостаточно для спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона и идентификации продуктов распада делящихся материалов (например, америция, нептуния и др.).

Задачей изобретения является разработка компактного, работающего при комнатной температуре детектора ионизирующих излучений, пригодного для дистанционного обнаружения и регистрации нейтронного и гамма-излучения, а также для регистрации и спектрометрии мягкого гамма- (до 1,5 МэВ) и рентгеновского излучения (контактный спектрометрический режим контроля) с высоким энергетическим разрешением (~0,3% по линии Cs-137 - 662 кэВ), необходимым для надежной идентификации радиоактивных веществ, делящихся материалов и продуктов их распада (например, америция, нептуния и др.).

Для решения поставленной задачи предлагается детектор, содержащий сенсорный

датчик и блок электронной обработки сигналов, в котором сенсорный датчик детектора содержит размещенные в едином корпусе полупроводниковый спектрометрический блок для регистрации и спектрометрического анализа мягкого гамма- и рентгеновского излучения, работающий в режиме контактного контроля при комнатной температуре, и

5 сцинтилляционный счетный блок для дистанционного обнаружения и регистрации нейтронов и гамма-излучения, причем полупроводниковый блок включает полупроводниковый детектор на основе теллурида кадмия CdTe и коллиматор, размещенные в едином контейнере, укрепленном на держателе с шаровым шарниром с дистанционным управлением; сцинтилляционный блок обнаружения и регистрации

10 дополнительно содержит гадолиниевый коллиматор - поглотитель фоновых тепловых нейтронов, бериллиевый отражатель-накопитель тепловых нейтронов, сцинтилляционный модуль-замедлитель из сцинтиллирующей водородсодержащей пластмассы (CH)_n, или стильбена, или антрацена для регистрации быстрых нейтронов и/или гамма-излучения, сцинтилляционный модуль на основе ⁶Li-содержащего силикатного стекла,

15 активированного церием, для регистрации тепловых нейтронов и гамма-излучения, и фотоэлектронный умножитель, а блок электронной обработки сигналов содержит спектрометрический канал для обработки сигналов с полупроводникового спектрометрического блока с анализатором высокого разрешения, счетный канал для обработки сигналов со сцинтилляционного блока, обеспечивающий подсчет нейтронов

20 и/или гамма-квантов, и блок управления детектором.

Схема предлагаемого устройства, раскрывающая его сущность, приведена на чертеже.

В состав устройства входит датчик с размещенными в корпусе 1 полупроводниковым блоком для регистрации гамма- и рентгеновского излучения, включающего в себя полупроводниковый спектрометрический блок на основе теллурида кадмия с

25 холодильником Пельтье 2 с коллиматором 3 в контейнере 4, закрепленном на дистанционно управляемом шаровом шарнире 5 с держателем 6; сцинтилляционный блок для обнаружения и регистрации нейтронов и гамма-излучения, включающий в себя гадолиниевый коллиматор-поглотитель фоновых нейтронов 7, бериллиевый отражатель-накопитель 8, сцинтилляционный модуль-замедлитель 9 для регистрации быстрых

30 нейтронов, выполненный из водородсодержащей пластмассы (CH)_n или стильбена, или антрацена, сцинтилляционный модуль 10 на основе ⁶Li-содержащего силикатного стекла, активированного церием, для регистрации тепловых нейтронов и/или гамма-излучения, и фотоэлектронный умножитель 11, а также блок электронной обработки сигналов 12, содержащий спектрометрический канал для обработки сигналов с полупроводникового

35 спектрометрического блока с анализатором высокого разрешения (для спектрометрии мягкого гамма-излучения и излучения рентгеновского диапазона), счетный канал для счета нейтронов и гамма-квантов и блок управления детектором.

Предлагаемое устройство работает следующим образом. Дистанционное обнаружение

40 делющихся материалов и радиоактивных веществ осуществляют по их нейтронному и/или гамма-излучению с помощью сцинтилляционного счетного блока детектирования. При этом детектор работает в дистанционном режиме. Быстрые нейтроны от обнаруживаемого источника излучения регистрируются водородсодержащим сцинтилляционным модулем-замедлителем 9, который одновременно является замедлителем быстрых нейтронов, замедляя их до тепловых энергий. Замедленные до тепловых энергий нейтроны

45 регистрируются сцинтилляционным модулем 10 на основе ⁶Li-содержащего силикатного стекла, активированного церием, за счет ядерной реакции (n, α) тепловых нейтронов с ядрами изотопа ⁸Li. Гадолиниевый коллиматор 7 поглощает фоновые тепловые нейтроны, что повышает отношение сигнал/шум. Бериллиевый отражатель-накопитель 8 формирует «нейтронную баню», т.е. возвращает (неоднократно) рассеянные нейтроны в рабочий

50 объем сцинтилляционного модуля 10, где они в конце концов регистрируются. Использование бериллиевого отражателя повышает чувствительность детектора. Возникающие в сцинтилляционных модулях 9 и 10 сцинтилляционные вспышки регистрируются фотоэлектронным умножителем, сигналы с которого поступают в счетный

канал блока электронной обработки сигналов 12. Стекланный сцинтилляционный модуль 10 прозрачен для световых вспышек, возникающих в сцинтилляционном модуле-замедлителе 9. Фотоэлектронный умножитель 11 регистрирует световые вспышки от сцинтилляционных модулей 9 и 10 одновременно, что повышает эффективность обнаружения делющихся

5 материалов и радиоактивных веществ.

Сцинтилляционный счетный блок одновременно с нейтронами регистрирует испускаемые радиоактивными веществами гамма-кванты, которые также, как и нейтроны, вызывают световые вспышки в сцинтилляционных модулях 9 и 10, которые также регистрируются фотоэлектронным умножителем 11, сигналы с которого обрабатываются в

10 счетном канале блока электронной обработки сигналов 12.

В контактном режиме предлагаемый детектор используют для идентификации делющихся материалов и радиоактивных веществ путем проведения спектрометрического анализа испускаемых гамма-квантов и квантов рентгеновского излучения с помощью полупроводникового спектрометрического блока на основе кристалла теллурида кадмия

15 CdTe с высоким энергетическим разрешением на уровне долей процента в диапазоне энергий от единиц кэВ до 1,5 МэВ. Полупроводниковый блок на основе кристалла теллурида кадмия работает при комнатной температуре с Пельтье холодильником, который охлаждает кристалл теллурида кадмия до температуры минус 30°C, что обеспечивает его

высокое энергетическое разрешение на уровне ~0,3% по линии Cs-137 - 662 кэВ. С

20 помощью CdTe-полупроводникового спектрометрического блока гамма-кванты и кванты рентгеновского излучения, испускаемые делющимся материалом, например, ^{235}U ($E_\gamma=143$ и 185 кэВ), ^{239}Pu ($E_\gamma=60$, 215 и 393 кэВ) и/или продуктами их распада, например ^{242}Am ($E_\gamma=60$ кэВ), могут быть однозначно идентифицированы. Сигналы с полупроводникового

спектрометрического блока поступают в спектрометрический канал с анализатором

25 высокого разрешения блока обработки сигналов. Коллиматор 3 и шарнирное соединение 5 с дистанционным управлением обеспечивают возможность направленной регистрации излучения. Управление шарниром осуществляет блок управления детектором, входящим в состав блока электронной обработки сигналов. Блок управления детектором обеспечивает также питание полупроводникового спектрометрического блока и фотоэлектронного

30 умножителя сцинтилляционного счетного блока.

Предлагаемое устройство обеспечивает дистанционное обнаружение и регистрацию нейтронов и гамма-излучения в счетном режиме, и спектрометрию мягкого гамма- и рентгеновского излучений с высоким энергетическим разрешением в контактном режиме

35 регистрации. Последнее позволяет достоверно идентифицировать продукты распада делющихся материалов и изотопный состав регистрируемых радиоактивных веществ.

Предлагаемый детектор отвечает требованиям компактности, его рабочей температурой эксплуатации является комнатная температура. Дополнительным преимуществом предлагаемого детектора является возможность дистанционного выбора направления

40 регистрации спектрометрического полупроводникового блока с помощью дистанционного управления шарниром.

Формула изобретения

Детектор для регистрации ионизирующих излучений, содержащий сенсорный датчик и блок электронной обработки сигналов, отличающийся тем, что сенсорный датчик содержит

45 размещенные в едином корпусе полупроводниковый спектрометрический блок для регистрации и спектрометрического анализа мягкого гамма- и рентгеновского излучения,

работающий в режиме контактного контроля при комнатной температуре, и

сцинтилляционный счетный блок для дистанционного обнаружения и регистрации

50 нейтронов и гамма-излучения, причем полупроводниковый спектрометрический блок

включает полупроводниковый детектор на основе теллурида кадмия CdTe и коллиматор, размещенные в едином контейнере, укрепленном на держателе с шаровым шарниром с дистанционным управлением; сцинтилляционный блок обнаружения и регистрации дополнительно содержит гадолиниевый коллиматор-поглотитель фоновых тепловых

нейтронов, бериллиевый отражатель-накопитель тепловых нейтронов, сцинтилляционный модуль-замедлитель из сцинтиллирующей водородсодержащей пластмассы $(CH)_n$, или стильбена, или антрацена для регистрации быстрых нейтронов и/или гамма-излучения, сцинтилляционный модуль на основе 6Li -содержащего силикатного стекла, активированного церием, для регистрации тепловых нейтронов и/или гамма-излучения, и фотоэлектронный умножитель, а блок электронной обработки сигналов содержит спектрометрический канал обработки сигналов с полупроводникового спектрометрического блока с анализатором высокого разрешения, счетный канал для обработки сигналов со сцинтилляционного счетного блока и блок управления детектором.

10

15

20

25

30

35

40

45

50



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **27.11.2009**

Дата публикации: **20.08.2011**

RU 2 347 241 C1

RU 2 347 241 C1